

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-232936

(43)Date of publication of application : 16.08.2002

(51)Int.Cl.

H04Q 7/34
H04J 13/00

(21)Application number : 2001-241925

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.02.2001

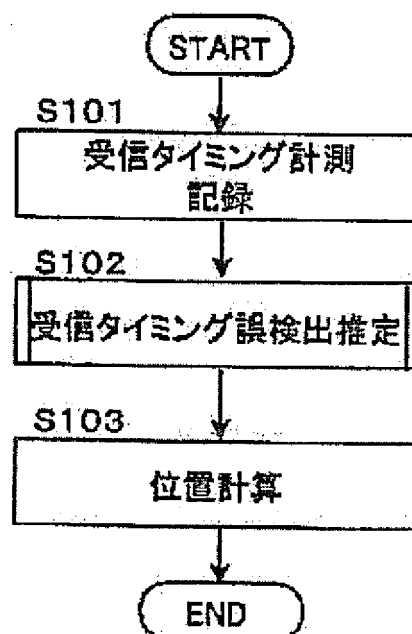
(72)Inventor : WATANABE KOJI
KUWABARA MIKIO
TSUNEHARA KATSUHIKO
FUJISHIMA KENZABURO

(54) POSITION CALCULATION METHOD, POSITION CALCULATION DEVICE AND ITS PROGRAM

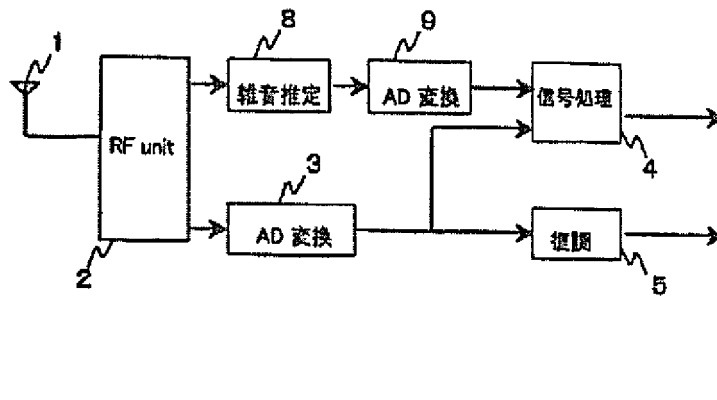
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a position calculation method that can reduce a range finding error due to mis-detection of a path of a received signal.

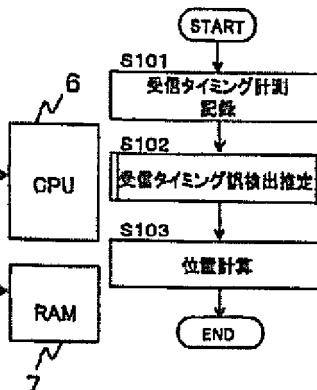
SOLUTION: This invention provides the position calculation method that calculates a position of a receiving point of a signal by using a propagation delay time of signals arrived from wireless transmission stations, includes a 1st step where a reception timing of a signal arrived from the wireless transmission stations is measured, a 2nd step where an erroneous measurement result is estimated on the basis of the measurement result of the reception timing obtained by the 1st step, and a 3rd step where a position of the receiving point is calculated except the measurement result estimated to be mis-measurement in the 2nd step on the basis of the measurement result of the reception timing obtained in the 1st step.



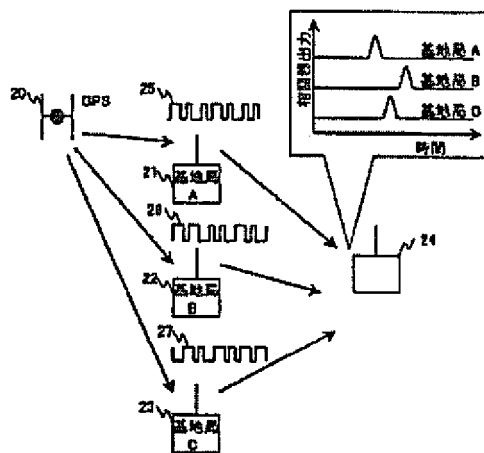
【図1】



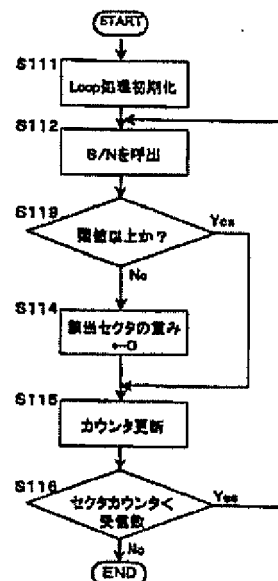
【図4】



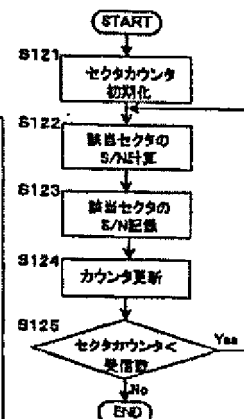
【図2】



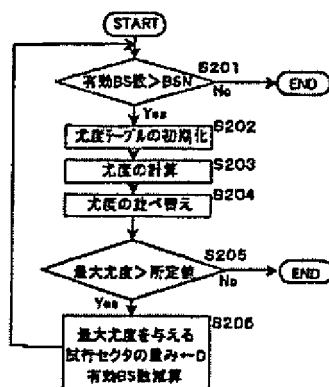
【図5】



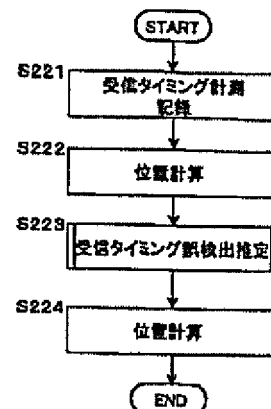
【図6】



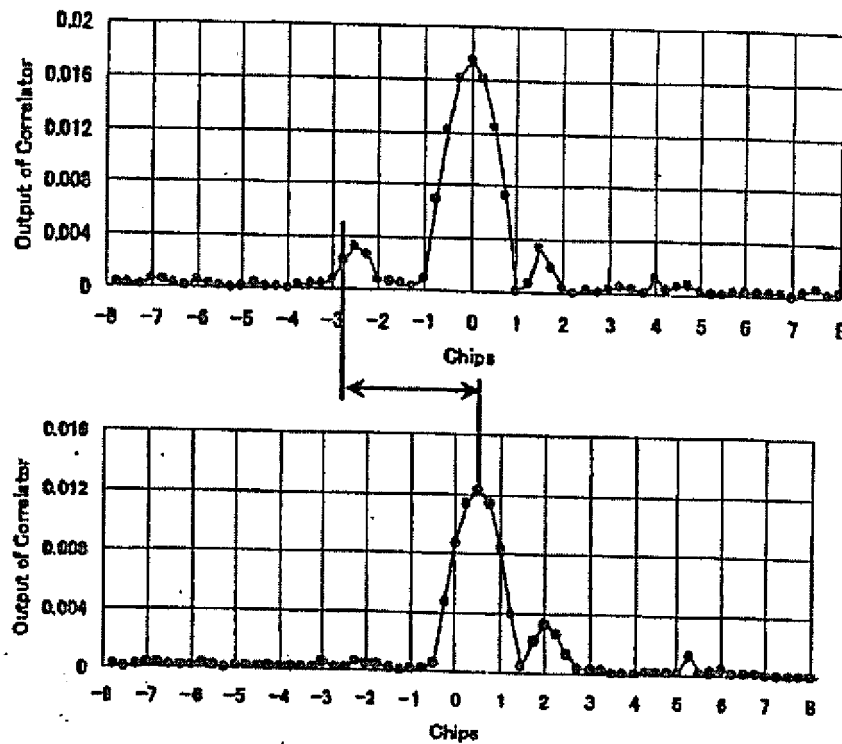
【図11】



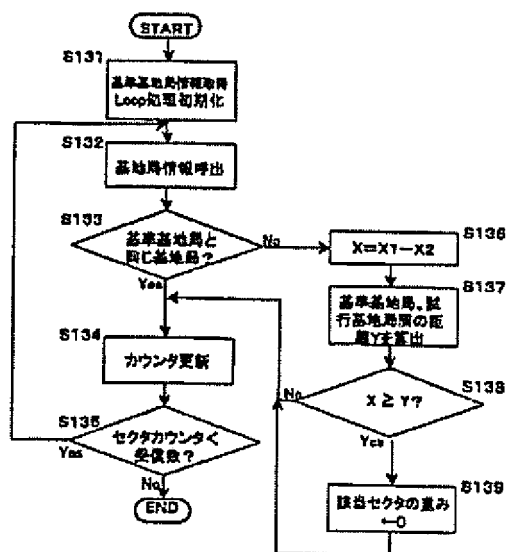
【図13】



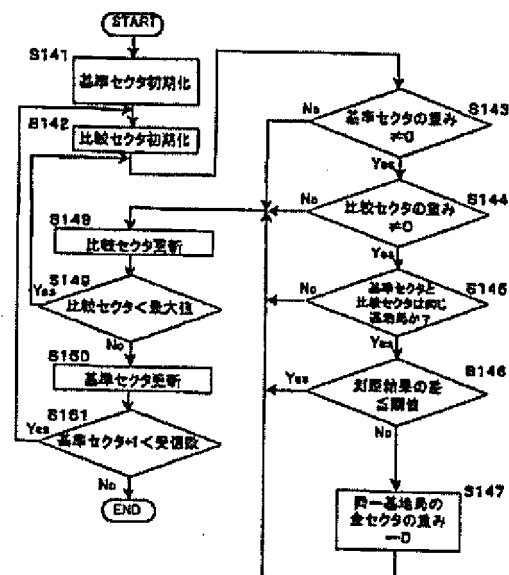
【図3】



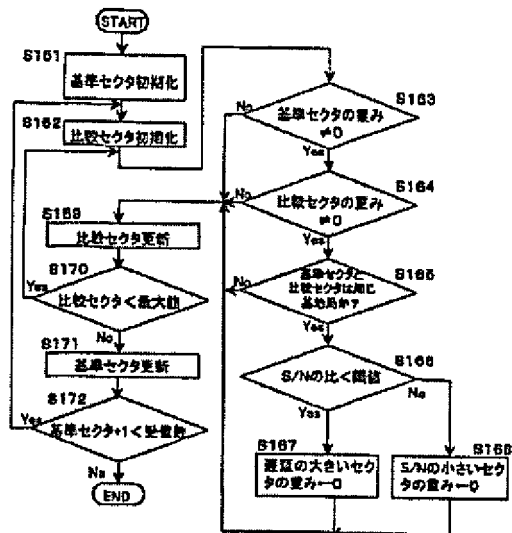
【図7】



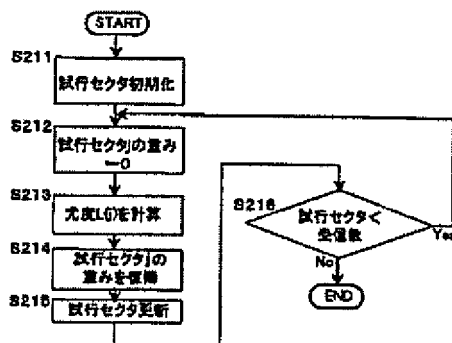
【図8】



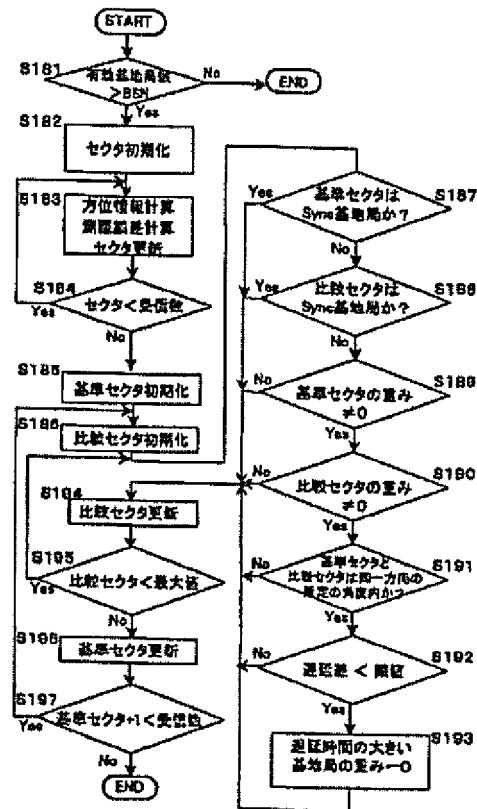
【图9】



【圖 12】



【圖 10】



フロントページの続き

(72)発明者 恒原 克彦
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 藤嶋 堅三郎
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5K022 EE01 EE31
5K067 AA34 BB04 CC10 DD45 EE02
EE10 EE24 FF03 HH22 KK13
KK15

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-232936

(P2002-232936A)

(43) 公開日 平成14年8月16日 (2002.8.16)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト* (参考)

H 0 4 Q 7/34

H 0 4 B 7/26

1 0 6 A 5 K 0 2 2

H 0 4 J 13/00

H 0 4 J 13/00

A 5 K 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2001-241925(P2001-241925)
(62) 分割の表示 特願2001-29560(P2001-29560)の分割
(22) 出願日 平成13年2月6日(2001.2.6)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72) 発明者 渡辺 昇司
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72) 発明者 桑原 幹夫
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(74) 代理人 100075513
弁理士 後藤 政喜 (外2名)

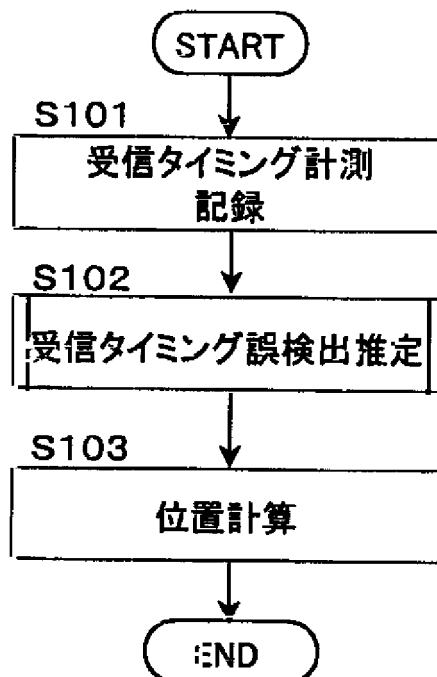
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置算出方法、位置算出装置及びそのプログラム

(57) 【要約】

【課題】 受信信号のパスの誤検出による測距誤差を低減する。

【解決手段】 複数の無線送信局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて該信号の受信点の位置を算出する位置算出方法であって、前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて、前記受信点の位置を算出する第3の手順とからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の無線送信局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて該信号の受信点の位置を算出する位置算出方法であって、

前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、

前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する第2の手順と、

前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて、前記受信点の位置を算出する第3の手順とからなることを特徴とする位置算出方法。

【請求項2】 前記第2の手順は、前記受信タイミングを計測した信号のSN比と予め定めた閾値とを比較した結果により、該信号に関する計測結果を誤計測と推定することを特徴とする請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項3】 前記受信点で受信できた複数の無線送信局のうち基準とする無線送信局を決定する手順を含み、前記第2の手順は、前記受信点と前記基準無線送信局との距離と、前記受信点と推定対象の無線送信局との距離と、前記基準無線送信局と推定対象の無線送信局との距離とにより三角形が成立するかを判定した結果により、該三角形の成立条件を満たさない推定対象の無線送信局の計測結果を誤計測と推定することを特徴とする請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項4】 前記無線送信局により構成されるセクタが複数集合して無線設備を構成し、

前記第2の手順は、同一の無線設備の各セクタに関する距離の測定結果と予め定めた閾値とを比較した結果により、該無線設備に関する計測結果を誤計測と推定することを特徴とする請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項5】 前記各セクタに関する距離の測定結果は、前記各セクタに関する遅延時間の差として所定の閾値と比較されることを特徴とする請求項4に記載の位置算出方法。

【請求項6】 前記無線送信局により構成されるセクタが複数集合して無線設備を構成し、

前記第2の手順は、同一無線設備の複数のセクタに関するSN比を比較した結果により、SN比が小さいセクタの計測結果、又は、該セクタ間で遅延時間の大きいセクタの計測結果を、選択的に誤計測と推定することを特徴とする請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項7】 前記受信点から無線送信局の方位を計算する手順を含み、

前記第2の手順は、前記無線送信局の方位を基準として所定の角度内に存在する無線送信局を選出し、近い方向にあると選出された第1の無線送信局と前記受信点と間の距離と、第2の無線送信局と前記受信点と間の距離との差を、予め定めた閾値を比較した結果により、前記無線送信局の計測結果を誤計測と推定することを特徴とす

る請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項8】 前記第1の無線送信局と前記受信点と間の距離と、第2の無線送信局と前記受信点と間の距離との差は、前記第1の無線送信局から到来する信号と、第2の無線送信局から到来する信号との遅延時間の差として所定の閾値と比較されることを特徴とする請求項7に記載の位置算出方法。

【請求項9】 前記受信点に最も近い無線送信局を推定し、前記最近傍の無線送信局から到来する信号に基づく情報を除外して、同一方向にある無線送信局を選出することを特徴とする請求項7に記載の位置算出方法。

【請求項10】 前記第2の手順は、特定の無線送信局の計測結果を除外して受信点の位置と尤度とを計算し、前記尤度の計算値のうち最大値を選択し、選択された前記最大尤度値と他の尤度値とを比較した結果により、最大尤度値を与える前記特定の無線送信局の計測結果を誤計測と推定することを特徴とする請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項11】 複数の無線送信局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて該信号の受信点の位置を算出する位置算出方法であって、

前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する受信タイミング計測手段と、

前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する誤計測推定手段と、

前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、前記誤計測推定手段により誤計測と推定された計測結果を除いて、前記位置算出装置の位置を算出する位置算出手段とを備えることを特徴とする位置算出装置。

【請求項12】 複数の無線送信局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて該信号の受信点の位置を算出する位置算出方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、

前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する第2の手順と、

前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて、前記受信点の位置を算出する第3の手順とを、コンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項13】 複数の無線送信局から到来する信号を使って該信号の受信点の位置を算出する位置算出装置としてコンピュータを機能させるプログラムであって、前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する受信タイミング計測手段と、前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミング

の計測結果から、誤った計測結果を推定する誤計測推定手段と、

前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、誤計測推定手段により誤計測と推定された計測結果を除いて、前記位置算出装置の位置を算出する位置算出手段とを、コンピュータに機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項14】 プログラムを記憶可能なメモリと、CPUとを備えた半導体装置であって、前記メモリには、

複数の無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、

前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する第2の手順と、

前記第1の手順により求めた計測結果から、前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて、前記無線送信局から到来する信号の受信点の位置を算出する第3の手順とを、コンピュータに実行させるプログラムが記憶され、

前記CPUは、前記メモリに記憶保持された前記プログラムを実行することを特徴とする半導体装置。

【請求項15】 プログラムを記憶可能なメモリと、CPUとを備えた半導体装置であって、

前記メモリには、

複数の無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する受信タイミング計測手段と、

前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する誤計測推定手段と、

前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、誤計測推定手段により誤計測と推定された計測結果を除いて、前記無線送信局から到来する信号の受信点の位置を算出する位置算出手段とを、コンピュータに機能させるプログラムが記憶され、

前記CPUは、前記メモリに記憶保持された前記プログラムを実行することを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、無線局が送信した信号の伝搬遅延時間に基づいて受信機の位置を測定する方法に関し、特に、セルラ通信システムの基地局から到来する信号の伝搬遅延時間によって端末の位置を測定する位置測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】移動通信システムにおいて、基地局から送信される信号を利用して端末機の位置を検出する技術が提案されている。例えば、特開平7-181242号公報には、符号分割多元接続(CDMA: Code Division Multiple Access)システムにおいて、各基地局の位置と、各基地局から端末

機へ送信される信号の伝搬時間とを用いて、各基地局のPN符号の送信時の時間差を得て、端末機の位置を測定する技術が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の測位システムでは、遅延プロファイルを解析して、受信信号のパスを検出しており、マルチパスによる遅延波の影響、受信雑音の影響、PNコードの相互相関による干渉の影響等により測位誤差が発生する場合がある。

【0004】本発明は、受信信号のパスの誤検出による測距誤差を低減することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の位置算出方法は、複数の無線送信局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて該信号の受信点の位置を算出する位置算出方法であって、前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果から、前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて、前記受信点の位置を算出する第3の手順とからなることを特徴とする。

【0006】また、本発明の位置算出装置(無線端末)は、複数の無線送信局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて該信号の受信点の位置を算出する位置算出方法であって、前記無線送信局から到来する信号の受信タイミングを計測する受信タイミング計測手段と、前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、誤った計測結果を推定する誤計測推定手段と、前記受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から、前記誤計測推定手段により誤計測と推定された計測結果を除いて、前記位置算出装置の位置を算出する位置算出手段とを備える。

【0007】

【発明の作用および効果】本発明によれば、マルチパスによる遅延波、受信機雑音、近接基地局の相互干渉等による影響で誤って検出されたパス検出結果を取り除いて無線端末の位置を算出することから、測距精度が向上して、端末の位置測定の精度を向上させることができる。

【0008】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0009】図1は、本発明の実施の形態の無線端末の主な構成を示すブロック図である。

【0010】アンテナ1が受信した信号は、RFユニット(無線部)2でベースバンド信号に変換される。変換されたベースバンド信号は、A/D変換器3によってデジタル信号に変換される。信号処理部4は、受信信号と基準信号との相関演算をして遅延プロファイルを作成し、基地局から送信される信号の受信タイミングを測定

して、RAM7に記憶する。また、信号処理部4は、各基地局からの信号の受信タイミングにおける遅延プロファイルの値に関する信号のSN比を計算し、該信号が良好か否かを判定し、記憶部(RAM7)に記録する。

【0011】復調部5は、基地局から送信される信号に含まれる情報を、受信した信号から取り出す。例えば、CDMA方式(ARIB STD-T53)のセルラシステムでは、各基地局が基準信号を送信するタイミングは、シンクチャンネル内に格納されているPN符号の送信タイミングのオフセット値から知ることができる。無線端末はこの情報により、基地局の送信タイミングを計算することができる。このシンクチャンネルを受信する基地局はSync基地局として特定される。

【0012】CPU6は、遅延プロファイル解析で得られた受信タイミングとその基地局の送信タイミングとの差を計算し、伝搬遅延時間を求め、伝搬距離を算出する。そして、伝搬距離の計測結果から、後述する方法で誤検出された伝搬距離を推定する。さらに、CPU6は、伝搬距離の算出結果から誤検出と判断したものを除いた伝搬距離を用いて、無線端末の位置を推定する。また、伝搬遅延時間の算出結果から誤検出と判断したものを除いた伝搬遅延時間を用いて、伝搬距離を算出し、無線端末の位置を推定してもよい。

【0013】また、CPU6にて、伝搬距離を算出し、誤検出された伝搬距離を推定し、無線端末の位置を推定するように構成したが、これらの計算をRFユニット1中に設けてもよい。例えば、記憶手段(メモリ)に記憶・保持された後述する位置計算方法を実行するプログラムを、ベースバンド処理を行うB/B-LSIが読み出して、実行するように構成する。また、ベースバンドLSI以外のLSIがCPUと記憶手段(メモリ)を備え、メモリに記憶・保持されたプログラムを読み出して、実行することにより、これらの計算をするように構成してもよい。

【0014】また、雑音測定部8は、RFユニット(無線部)2で変換されたベースバンド信号から雑音を抽出する。雑音測定部8により抽出された雑音は、A/D変換部9にてデジタル信号に変換され、信号処理部4でSN比が計算されRAM7に記録される。

【0015】この無線端末は、同一地点において複数の基地局から送信された信号を観測する。少なくとも3つの基地局から到来する信号の伝搬遅延時間から伝搬距離を測定して、三つの基地局の位置を既知として前方交会法により、無線端末の位置を測定する。

【0016】図2は、本発明の実施の形態の無線端末が適用される測位システムの構成を示す図である。

【0017】基地局21、22、23はGPS衛星20からの時間信号に同期して動作し、GPS衛星20に同期したタイミングで端末24に対して基準信号を送信している。基地局21、22、23からの信号を受信した

無線端末24は、信号処理部4にてスライディング相関器によって相関演算をして、遅延プロファイル(図3)を得る。すなわち、CDMA方式では、無線端末24は、受信信号に対して特定の符号パタン(各基地局が送出する共通パイロット信号)との相関演算を行うことで、基地局21等から送信される基準信号の受信タイミングを検出する。

【0018】また、前述したように基地局21等は、GPS衛星からの時間信号に同期をとり、基準時間を合わせて、特定の送信タイミング(オフセット時間)においてパイロット信号を送信している。この、オフセット時間の情報は、シンクチャンネルを通じて送信されており、無線端末24は、このオフセット時間の情報を知ることができる。無線端末24は、測定した受信タイミングと、シンクチャンネルの信号から抽出した送信タイミングとの差を計算することにより電波の伝搬遅延時間を知ることができる。この伝搬遅延時間は基地局21等から無線端末24への電波の伝搬時間に相当する。また、基地局21等は、複数のセクタを有し、セクタ毎に送受信機及びアンテナを備え、セクタ毎に異なる信号(異なるオフセット時間のパイロット信号)を送信している。よって、無線端末24は、同一基地局から送信された信号であっても、どのセクタから送信された信号かを区別することができる。

【0019】図3に、本発明の実施の形態の無線端末において、相関演算の結果導出された遅延プロファイルの一例を示す。

【0020】遅延プロファイルは、どのような遅延パスが観測されるかを示している。図3において、横軸は拡散符号のチップに対応しており、基地局21等の送信タイミングにより補正がされた受信タイミング(伝搬遅延時間)を示している。縦軸は相関演算出力で、相関値が大きい部分はその遅延時間での信号が受信されたこと、すなわち、パス(その伝搬時間での経路)の存在を示している。

【0021】この遅延プロファイルを使えば、電波が基地局21等から端末24に到来するまでの遅延時間を求めることができる。なお、端末24では絶対的に正しい時間がわからないため、相対的な遅延時間が求まる。

【0022】この遅延プロファイル解析により得られた相対遅延時間差に光速を乗じることによって、伝搬距離差を求めることができる。少なくとも3局以上の基地局について伝搬距離差を求めれば、各基地局の位置を既知として前方交会法により、端末24の位置が推定できる。3局以上の基地局のうち、任意の3局の組み合わせを変えて前方交会法を行い、複数の端末24の推定位置を求め、この結果から端末位置の最尤値を求める。

【0023】図4は、本発明の実施の形態の無線端末の位置算出方法を示すフローチャートである。

【0024】まず、信号処理部4は、基地局から送信さ

れる信号の受信タイミング(伝搬遅延時間)を計測して、RAM7に記録する(S101)。そして、CPU6は、RAM7に記録された計測結果から誤検出された計測結果を推定する(S102)。この計測結果の誤検出推定方法の詳細は後述する。さらに、誤検出と判断したものを除いた伝搬遅延時間を用いて無線端末の位置を算出する(S103)。

【0025】図5は、本発明の実施の形態の位置算出方法における誤検出推定方法を示すフローチャートである。

【0026】この誤検出推定方法は、受信タイミングのSN比が閾値未満のセクタの計測結果を誤検出と推定するものであり、本発明の実施の形態の位置算出方法(図4)におけるステップS102から呼び出されるサブルーチンである。

【0027】まず、ループ処理の初期化を行う(S111)。その後、信号処理部4が解析した信号の各セクタのSN比をRAM7から読み出す(S112)。そして、当該セクタに関してSN比を予め定めた閾値と比較する(S113)。SN比が閾値未満であれば、そのSN比を求めた信号は良好でないものと判断し、該セクタの重みを"0"として、そのセクタに関する遅延時間を測位計算から除外する。一方、SN比が閾値以上であれば、そのSN比を求めた信号は良好なので、後の測位演算に用いるため該セクタの重みを"0"にせずに、ステップS115に進む。

【0028】そして、次のセクタについて計算するために、セクタカウンタに"1"を加えて、セクタカウンタを更新して(S115)、カウンタが最大値(受信した全セクタ数)となるまでS112～S115の処理を繰り返す(S116)。

【0029】この誤検出の推定が終わると、位置算出方法(図4)のS103において、重みが"0"のセクタの情報を除いて無線端末の位置を算出する。

【0030】図5に示す誤検出推定方法では、信号処理部4において、雑音測定部8で抽出された雑音に基づいてSN比を計算する。このSN比の計算、RAM7への記録方法を図6に示す。

【0031】まず、セクタを選択するためのセクタカウンタに"0"を入力して初期化する(S121)。そして、雑音測定部8で、第1セクタからの信号より抽出された雑音を用いて、第1セクタに関するSN比を計算し(S122)、計算されたSN比をRAM7に記憶する(S123)。そして、次のセクタに関するSN比を計算するために、セクタカウンタを更新する(S124)。セクタカウンタが受信した全セクタ数より小さいかを判定し、セクタカウンタ値が受信した全セクタ数以上であれば(S125で"No")、全セクタについてSN比の計算が終了したので、この処理を終了する。一方、セクタカウンタ値が受信した全セクタ数未満であれ

ば(S125で"Yes")、全てのセクタについてSN比の計算が終了していないので、ステップS122に戻り、次のセクタについてSN比を計算する。

【0032】このように、第1の実施の形態の誤検出推定方法が適用される位置算出方法は、複数の基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号を受信する無線端末の位置を算出する位置算出方法であって、基地局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果により、すなわち、前記第1の手順により求めた受信タイミングを計測した信号のSN比と予め定めた閾値とを比較した結果により(該受信タイミングに関するSN比が所定の閾値未満(又は所定の閾値以下)のときは)、該受信タイミングを計測した信号が良好でないと判断し、誤った計測結果(誤検出)と推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた計測結果から前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する第3の手順とからなるので、受信機の雑音、近接基地局の相互干渉の影響に起因する誤ったパス検出結果を取り除くことができ、測距精度が向上し、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0033】また、第1の実施の形態の無線端末は、複数の基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号の受信点である自己の位置を算出する無線端末であって、基地局から到来する信号の受信タイミングを計測する受信タイミング計測手段と、受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から誤った計測結果を推定する誤計測推定手段と、受信タイミング計測手段が計測した受信タイミングの計測結果から誤計測推定手段により誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する位置算出手段とを備え、前記誤検出推定手段は、受信タイミングを計測した信号のSN比と予め定めた閾値とを比較した結果により(該受信タイミングに関するSN比が所定の閾値未満(又は所定の閾値以下)のときは)、該受信タイミングを計測した信号が良好でないと判断し、誤った計測結果(誤検出)と推定するので、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0034】図7は、本発明の第2の実施の形態の誤検出推定方法を示すフローチャートである。

【0035】第2の実施の形態の誤検出推定方法は、無線端末の位置と基準基地局の位置と試行基地局(現在判断中のセクタが属する基地局)の位置との3点が三角形の成立条件を満たさない場合に、試行基地局の計測結果を誤検出と推定するものであり、第1の実施の形態の誤検出推定方法(図5)と同様に、本発明の実施の形態の位置算出方法(図4)におけるステップS102から呼び出されるサブルーチンである。

【0036】まず、基準となる基地局の情報を取得し、初期化を行う(S131)。その後、基地局情報をRA

M7から読み出して、取得する(S132)。そして、この基地局が基準となる基地局と同じであるかを判断する(S133)。

【0037】そして、試行基地局が基準基地局と同じであれば(S133で“Yes”)、次のセクタについて三角形の成立条件を判定し、誤検出を推定するために、セクタカウンタに“1”を加えて、セクタカウンタを更新する(S134)。そして、セクタカウンタが受信した全セクタ数より小さいかを判定し、セクタカウンタ値が受信した全セクタ数以上であれば(S135で“No”)、全セクタについて誤検出の判断が終了したので、この処理を終了する。一方、セクタカウンタ値が受信した全セクタ数未満であれば(S135で“Yes”)、全てのセクタについて三角形の成立条件に基づく誤検出の推定が終了していないので、ステップS132に戻り、次のセクタについて誤検出がないかを判断する。

【0038】一方、試行基地局が基準基地局と異なる場合に(S133で“No”)、無線端末、基準基地局、試行基地局の3点の位置が三角形の成立条件を満たすかを判定する(S136~S138)。この判定は、三角形の任意の二辺の長さの和が他の一辺の長さより長くなることを用いる。すなわち、三角形の各辺長をA、B、Cとすると $A+B>C$ となることである。

【0039】具体的には、まず、無線端末と試行基地局との間の距離X1と、無線端末と基準基地局との間の距離X2との距離差を求め、この絶対値Xを求める(S136)。すなわち、 $X=|X1-X2|$ である。次に、基準基地局と試行基地局間の距離Yを求める(S137)。そして、算出したXとYとを比較する(S138)。もし、XがY以上ならば(S138で“Yes”)、無線端末、基準基地局、試行基地局各々の位置の3点で三角形が形成されず、このセクタについて測定された伝搬遅延時間には誤りがあると推定されるので、該当セクタの重みを“0”とする。一方、XがY未満ならば(S138で“No”)、無線端末、基準基地局、試行基地局各々の位置の3点で三角形が形成されるので、測定された伝搬遅延時間は有効なものと判断され、次のセクタについて誤検出を判断するために、セクタカウンタに“1”を加えて、セクタカウンタを更新する(S134)。なお、 $X>Y$ でなく $X\geq Y$ により判定し、XとYが等しい場合に誤検出としないのは、無線端末、基準基地局、試行基地局が一直線上に位置する場合を考慮したものである。

【0040】この誤検出の推定が終わると、メインルーチン(図4)のS103において、重みが“0”のセクタの情報を除いて無線端末の位置を算出する。

【0041】また、他の方法でも三角形の成立条件を判定することができる。具体的には、無線端末と試行基地局との間の距離X1と、無線端末と基準基地局との間の

距離X2との距離の和Zを求める。次に、基準基地局と試行基地局間の距離Yを求める。このZとYとを比較して、ZがY未満ならば該当セクタの重みを“0”とする。

【0042】このように、第2の実施の形態の誤検出推定方法が適用される位置算出方法は、複数の基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号を受信する無線端末の位置を算出する位置算出方法であって、基地局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、無線端末が受信できた複数の基地局のうち基準とする基地局を決定する手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果により、すなわち、無線端末と基準基地局との距離、無線端末と推定対象の基地局との距離及び基準基地局と推定対象の基地局の距離を辺長として三角形が成立するか(無線端末の位置、基準基地局の位置、推定対象の基地局の位置の3点で三角形の成立条件を満たすか)を判定した結果により、該三角形の成立条件を満たさない推定対象の基地局からの信号が良好でないと判断し、該基地局の計測結果を誤った計測結果(誤検出)と推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた計測結果から前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する第3の手順とからなるので、受信機の雑音、近接基地局の相互干渉の影響に起因する誤ったパス検出結果を取り除くことができ、測距精度が向上し、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0043】また、第2の実施の形態の無線端末の誤計測推定手段は、無線端末と基準基地局との距離、無線端末と推定対象の基地局との距離及び基準基地局と推定対象の基地局との距離を辺長として三角形が成立するか(無線端末の位置、基準基地局の位置、推定対象の基地局の位置の3点で三角形の成立条件を満たすか)を判定した結果により、該三角形の成立条件を満たさない推定対象の基地局からの信号が良好でないと判断し、該基地局の計測結果を誤った計測結果(誤検出)と推定するので、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0044】図8は、本発明の第3の実施の形態の誤検出推定方法を示すフローチャートである。

【0045】第3の実施の形態の誤検出推定方法は、同一基地局のセクタは近くに設置されていることから、各セクタの測距結果の差が所定の閾値を超える基地局の計測結果を誤検出と推定するものであり、第1又は第2の実施の形態の誤検出推定方法(図5、図7)と同様に、第1の実施の形態の位置算出方法(図4)におけるステップS102から呼び出されるサブルーチンである。

【0046】まず、この誤検出推定処理を実行するために、基準セクタカウンタを“0”に設定して基準セクタを初期化し(S141)、比較セクタカウンタを“0”に設定して比較セクタを初期化する(S142)。そして、基準セクタの重みが“0”でないかを判断する(S

143)。基準セクタの重みが“0”であれば(S143で“No”)、基地局の重みを設定(S147)せずに、ステップS148に移行する。一方、基準セクタの重みが“0”でなければ(S143で“Yes”)、次のステップ(S144)に進む。

【0047】ステップS144では、比較セクタの重みが“0”でないかを判断する。比較セクタの重みが“0”であれば(S144で“No”)、基地局の重みを設定(S147)せずに、ステップS148に移行する。一方、比較セクタの重みが“0”でなければ(S144で“Yes”)、次に、基準セクタと比較セクタとは同じ基地局であるかを判断する(S145)。基準セクタと比較セクタとが同じ基地局でなければ(S145で“No”)、基地局の重みを設定(S147)せずに、ステップS148に移行する。一方、基準セクタと比較セクタとが同じ基地局であれば(S145で“Yes”)、測定された距離の差により基地局の重みを設定する(S146～S148)。

【0048】すなわち、第2の実施の形態の誤検出推定方法において、基地局の重みが設定されるのは、基準セクタの重みも、比較セクタの重みも“0”でなく(S143、S144)、基準セクタと比較セクタとが同じ基地局である場合(S145)である。

【0049】この基地局の重みを設定するか否かの判断(S143～S145)を終了した後、比較セクタと無線端末間の間の距離測定結果X1と、基準セクタと無線端末との間の距離測定結果とX2との差を求め、この絶対値($X = |X1 - X2|$)を予め定めた閾値と比較する。この誤検出推定処理で用いる基地局とセクタとの対応は、予め無線端末のRAM7に保持されている。そして、距離の差の大きさが閾値を超える場合に(S146で“No”)、いずれかの距離測定に誤りがあることが推定されるので、同一基地局の全セクタの重みを“0”とする(S147)。

【0050】その後、次の比較セクタについての測距結果の差による誤測定を推定するために、比較セクタカウンタを更新する(S148)。そして、比較セクタカウンタの値と比較セクタカウンタの最大値(受信した比較セクタの全数)とを比較し、比較セクタカウンタが受信した全セクタ数に満たなければ(S149で“Yes”)、測距結果の差による誤検出の推定が終了していないので、ステップS143に戻り、次の比較セクタについてセクタ間の距離差を計算して、誤検出の推定をする(S143～S147)。

【0051】一方、比較セクタカウンタが受信した全セクタ数以上であれば、全ての比較セクタについて測距結果の差による誤検出の推定が終了したと判定し(S149で“No”)、次のセクタを基準セクタとして距離差による誤検出の推定をするために、基準セクタを更新(基準セクタを表すカウンタを加算)する(S15

0)。そして、基準セクタカウンタ値に1を加えた値と受信数(基準セクタの最大値、すなわち、受信した基準セクタの全数)とを比較し、“基準セクタカウンタ+1”が受信した基準セクタの全数以上であれば(S151で“No”)、基準セクタとなりうる全てについてSN比による誤検出の推定が終了したと判断し、この処理を終了する。

【0052】一方、“基準セクタカウンタ+1”が受信した基準セクタの全数に満たなければ(S151で“Yes”)、比較セクタについてSN比による誤検出の推定が終了していないので、ステップS142に戻り、比較セクタを初期化して(S142)、比較セクタの最初から、異なる基準セクタを用いたセクタ間の測距結果の差による誤検出の推定をする(S143～S147)。

【0053】このように、第3の実施の形態の誤検出推定方法が適用される位置算出方法は、複数のセクタを有する基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号を受信する無線端末の位置を算出する位置算出方法であって、基地局から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果により、すなわち、同一の基地局の各セクタに関する距離の測定結果と予め定めた閾値とを比較した結果により(同一基地局のセクタ間の測距結果の差が閾値以上(又は閾値を超える)場合は)、該基地局(又は該セクタ)からの信号が良好でないと判断し、該基地局(又は該セクタ)の計測結果を誤った計測結果(誤検出)と推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた計測結果から前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する第3の手順とからなるので、マルチパスによる遅延波を検出したため誤ったパス検出結果を取り除くことができ、測距精度が向上し、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0054】また、第3の実施の形態の無線端末の誤計測推定手段は、同一の基地局の各セクタに関する距離の測定結果と予め定めた閾値とを比較した結果により(同一基地局のセクタ間の測距結果の差が閾値以上の(又は閾値を超える)ときは)、該基地局(又は該セクタ)からの信号が良好でないと判断し、該基地局(又は該セクタ)の計測結果を誤った計測結果(誤検出)と推定するので、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0055】図9は、本発明の第4の実施の形態の誤検出推定方法を示すフローチャートである。

【0056】この誤検出推定方法は、同一基地局のセクタについてSN比の比がある閾値以上の場合に、SN比の小さいセクタの計測結果を誤検出と推定するものであり、第1～第3の実施の形態の誤検出推定方法(図5、図7、図8)と同様に、第1の実施の形態の位置算出方法(図4)におけるステップS102から呼び出されるサブルーチンである。

【0057】まず、この誤検出推定処理を実行するために、基準セクタカウンタを"0"に設定して基準セクタを初期化し(S161)、比較セクタカウンタを"0"に設定して比較セクタを初期化する(S162)。そして、基準セクタの重みが"0"でないかを判断する(S163)。基準セクタの重みが"0"であれば(S163で"No")、基地局の重みを設定(S167、S168)せずに、ステップS169に移行する。一方、基準セクタの重みが"0"でなければ(S163で"Yes")、次のステップ(S164)に進む。

【0058】ステップS164では、比較セクタの重みが"0"でないかを判断する。比較セクタの重みが"0"であれば(S164で"No")、基地局の重みを設定(S167、S168)せずに、ステップS169に移行する。一方、比較セクタの重みが"0"でなければ(S164で"Yes")、次に、基準セクタと比較セクタとは同じ基地局であるかを判断する(S165)。基準セクタと比較セクタとが同じ基地局でなければ(S165で"No")、基地局の重みを設定(S167、S168)せずに、ステップS169に移行する。一方、基準セクタと比較セクタとが同じ基地局であれば(S165で"Yes")、基準セクタのSN比と比較セクタのSN比とを比較した結果により基地局の重みを設定する(S166～S168)。

【0059】すなわち、第3の実施の形態の誤検出推定方法において、基地局の重みが設定されるのは、基準セクタの重みも、比較セクタの重みも"0"でなく(S163、S164)、基準セクタと比較セクタとが同じ基地局である場合(S165)である。

【0060】この基地局の重みを設定するか否かの判断(S163～S165)を終了した後、基準セクタのSN比と比較セクタのSN比との比を計算し、このSN比の比を予め定めた閾値と比較する。そして、SN比の比が所定の閾値未満なら(S166で"Yes")、基準セクタと比較セクタとの遅延時間を比較し、遅延時間の大きいセクタの重みを"0"とする(S167)。そして、SN比の比が所定の閾値以上なら(S166で"No")、SN比の小さなセクタからの信号は良好でないものと判断し、SN比の小さなセクタの重みを"0"とする(S168)。

【0061】その後、次の比較セクタのSN比による誤検出を推定するために、比較セクタカウンタを更新する(S169)。そして、比較セクタカウンタの値と比較セクタカウンタの最大値(受信した比較セクタの全数)とを比較し、比較セクタカウンタが受信した全セクタ数に満たなければ(S170で"Yes")、SN比による誤検出の推定が終了していないので、ステップS163に戻り、次の比較セクタについてSN比を計算して、誤検出の推定をする(S163～S168)。

【0062】一方、比較セクタカウンタが受信した全セ

クタ数以上であれば、全ての比較セクタについてSN比による誤検出の推定が終了したと判定し(S170で"No")、次のセクタを基準セクタとしてSN比による誤検出の推定をするために、基準セクタを更新(基準セクタを表すカウンタを加算)する(S171)。そして、基準セクタカウンタ値に1を加えた値と(基準セクタの最大値、すなわち、受信した基準セクタの全数)とを比較し、"基準セクタカウンタ+1"が受信した基準セクタの全数以上であれば(S172で"No")、基準セクタとなりうる全てについてSN比による誤検出の推定が終了したと判断し、この処理を終了する。

【0063】一方、"基準セクタカウンタ+1"が受信した基準セクタの全数に満たなければ(S172で"Yes")、比較セクタについてSN比による誤検出の推定が終了していないので、ステップS162に戻り、比較セクタを初期化して(S162)、比較セクタの最初から、異なる基準セクタを用いたSN比による誤検出の推定をする(S163～S168)。

【0064】このように、第4の実施の形態の誤検出推定方法が適用される位置算出方法は、複数のセクタを有する基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号を受信する無線端末の位置を算出する位置算出方法であって、基地局(各セクタ)から到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果(セクタ間のSN比を比較した結果)により、該基地局(又は該セクタ)の計測結果を誤った計測結果(誤検出)と推定する、すなわち、セクタに関するSN比を比較した結果により、SN比が小さいセクタの計測結果、又は、該セクタ間で遅延時間の大きいセクタの計測結果を、選択的に誤計測と推定する(同一基地局の複数のセクタに関するSN比を比較して、該セクタ間のSN比の比が予め定めた閾値以上の(又は前記閾値を超える)場合に、SN比が小さいセクタの計測結果を誤計測と推定し、かつ、該セクタ間のSN比の比が前記閾値未満(又は前記閾値以下)の場合に、該セクタ間で遅延時間を比較し遅延時間の大きいセクタの計測結果を誤計測と推定する)第2の手順と、前記第1の手順により求めた計測結果から前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する第3の手順とからなるので、マルチパスによる遅延波、受信機の雑音、近接基地局による相互干渉等による影響に基づく誤ったパス検出結果を取り除くことができ、測距精度が向上し、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0065】また、第4の実施の形態の無線端末の誤計測推定手段は、セクタ間のSN比を比較した結果により、SN比が小さいセクタの計測結果、又は、該セクタ間で遅延時間の大きいセクタの計測結果を、選択的に誤計測と推定する(同一基地局の複数のセクタに関するSN比を比較して、該セクタ間のSN比の比が予め定めた

閾値以上の（又は前記閾値を超える）場合に、SN比が小さいセクタの計測結果を誤計測と推定し、かつ、該SN比の比が前記閾値未満（又は前記閾値以下）の場合に、該セクタ間で遅延時間を比較し遅延時間の大きいセクタの計測結果を誤計測と推定するので、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0066】図10は、本発明の第5の実施の形態の誤検出推定方法を示すフローチャートである。

【0067】この誤検出推定方法は、無線端末の仮の位置から見て同一方位にある基地局を選出するものであり、さらに無線端末の位置からの基地局*i*に対する距離の測定値 r_{m_i} と、既知の基地局の位置座標から求めた基地局*i*に対する距離 r_i より求めた測距誤差（ $r_{m_i} - r_i$ ）を比較し、計測結果の誤検出を推定するものである。この誤検出推定方法は、第1～第4の誤検出推定方法（図5、図7、図8、図9）と同様に、第1の実施の形態の位置算出方法（図4）におけるステップS102から呼び出されるサブルーチンである。

【0068】本実施の形態の誤検出推定処理より前に実行された誤検出推定処理によって誤検出と推定されたセクタの重みが“0”になっている場合に、重みが“0”でないセクタを有する基地局数を有効基地局数とする。そして、有効基地局数が予め定めた閾値BSNより大きい場合に（S181で“Yes”）、第5の実施の形態の誤検出推定処理が行われる。一方、有効基地局数が予め定めた閾値BSN以下の場合に（S181で“No”）、第5の実施の形態の誤検出推定処理は行われない。

【0069】第5の実施の形態の誤検出推定処理を実行することができる場合には、この誤検出推定処理を実行するための初期化をする（S182）。そして、仮の無線端末の位置を求める。この無線端末の仮の位置は、端末位置を繰り返し算出するときは前回の算出結果を用いてもよいし、後述する図13の位置算出方法にあっては、ステップS222で求めた端末位置であってもよい。このようにして求めた無線端末の仮の位置からみた基地局への距離、方位及び測距誤差を計算する（S183）。基地局*i*に対する方位は（ $\cos i$, $\sin i$ ）で表される。このステップS183の計算を、セクタを更新して、セクタが受信数に到達するまで繰り返して行う（S184）。

【0070】そして、全セクタについて仮の位置からみた基地局への距離、方位及び測距誤差の計算（S183）が終了したら（S184で“No”）、基準セクタカウンタを“0”に設定して基準セクタを初期化し（S185）、比較セクタカウンタを“0”に設定して比較セクタを初期化する（S186）。

【0071】そして、基準セクタはSync基地局であるかを判断する（S187）。前述したように、このSync基地局はその無線端末がシンクチャネルを受信す

る基地局であり、シンクチャネルには基地局が基準信号を送信するタイミングの情報が含まれている。基準セクタがSync基地局であれば（S187で“Yes”）、基地局の重みを設定（S193）せずに、ステップS194に移行する。一方、基準セクタがSync基地局でなければ（S187で“No”）、次に、比較セクタはSync基地局であるかを判断する（S188）。比較セクタがSync基地局であれば（S188で“Yes”）、基地局の重みを設定（S193）せずに、ステップS194に移行する。一方、比較セクタがSync基地局でなければ（S188で“No”）、次のステップ（S189）に進む。

【0072】ステップS189では、基準セクタの重みが“0”でないかを判断する。基準セクタの重みが“0”であれば、（S189で“No”）、基地局の重みを設定（S193）せずに、ステップS194に移行する。一方、基準セクタの重みが“0”であれば（S189で“Yes”）、次に、比較セクタの重みは“0”でないかを判断する（S190）。比較セクタの重みが“0”であれば、（S190で“No”）、基地局の重みを設定（S193）せずに、ステップS194に移行する。一方、比較セクタの重みが“0”であれば（S190で“Yes”）、次のステップ（S191）に進む。

【0073】ステップS191では、基準セクタと比較セクタとについて、ステップS183で求めた無線端末の仮の位置からみた基地局の方位により基地局間の角度差を $\cos(i-j) = \cos i \cos j + \sin i \sin j$ により計算する。そしてこの角度差 $\cos(i-j)$ と予め定めた閾値とを比較して、基準セクタと比較セクタとが、無線端末の仮の位置からみて同一方向にあるかを判断する。基準セクタからの信号と比較セクタからの信号とが、所定の角度より離れた方向から到来していれば（S191で“No”）、基準セクタと比較セクタとは異なる基地局にあると判断して、基地局の重みを設定（S193）せずに、ステップS194に移行する。一方、基準セクタからの信号と比較セクタからの信号とが、所定の角度内から到来していれば（S191で“Yes”）、基準セクタと比較セクタとは同一の基地局にあると判断する。そして、基準セクタからの信号の遅延時間と比較セクタからの信号の遅延時間とを求め、両遅延時間の差と予め定めた閾値とを比較した結果により（S192）、遅延の大きい基地局の重みを“0”とする（S193）。このように、ステップS191では、同一方向の所定の角度内に存在する基地局を選出して、該基地局の重みを“0”にしている。

【0074】すなわち、この誤検出推定方法において、基地局の重みが設定されるのは、基準セクタも比較セクタもSync基地局でなく（S187、S188）、基準セクタの重みも比較セクタの重みも“0”でなく（S189、S190）、基準セクタと比較セクタとが同じ

基地局である場合(S191)である。

【0075】この基地局の重みを設定するか否かの判断(S187~S191)を終了した後、比較セクタと無線端末間の間の測距結果($r_{m_i} - r_i$)と、基準セクタと無線端末との間の測距結果($r_{m_j} - r_j$)との差を求め、予め定めた閾値と比較する。そして測距結果の差が閾値未満なら(S192で" Yes")、遅延時間の大きい基地局の重みを" 0" とする(S193)。一方、測距結果の差が閾値以上なら(S192で" No")、基地局の重みを" 0" とせず、ステップS194に移行する。

【0076】その後、次の比較セクタについて測距結果の差による誤検出を推定するために、比較セクタカウンタを更新する(S194)。そして、比較セクタカウンタの値と比較セクタカウンタの最大値(受信した比較セクタの全数)とを比較し、比較セクタカウンタが受信した全セクタ数に満たなければ(S195で" Yes")、比較セクタについて測距結果の差による誤検出の推定が終了していないので、ステップS187に戻り、次の比較セクタについて測距結果の差を計算して、誤検出の推定をする(S187~S193)。

【0077】一方、比較セクタカウンタが受信した全セクタ数以上であれば、全ての比較セクタについて測距結果の差による誤検出の推定が終了したと判定し(S195で" No")、次のセクタを基準セクタとして測距結果の差により誤検出を推定するために、基準セクタを更新(基準セクタを表すカウンタを加算)する(S196)。そして、基準セクタカウンタ値に1を加えた値と受信数(受信した基準セクタの全数である、基準セクタの最大値)とを比較し、" 基準セクタカウンタ+1" が受信した基準セクタの全数以上であれば(S197で" No")、基準セクタとなりうる全てについて測距結果の差による誤検出の推定が終了したと判断し、この処理を終了する。

【0078】一方、" 基準セクタカウンタ+1" が受信した基準セクタの全数に満たなければ(S197で" Yes")、比較セクタについて測距結果の差による誤検出の推定が終了していないので、ステップS186に戻り、比較セクタを初期化して(S186)、比較セクタの最初から、異なる基準セクタを用いて再度SN比による誤検出の推定をする(S187~S193)。

【0079】なお、第5の実施の形態においては、最寄りの基地局が近すぎる場合に、無線端末から見た、同一基地局内でのセクタ間の角度が大きくなり、誤動作をすることが考えられるが、同一方位にある基地局間の距離が数km離れていることを考えると、最も近い基地局を対象から外せば、無線端末の仮の位置の精度は100m程度であっても問題はない。最寄りの基地局は、その基地局付近ではSync基地局となるので、Sync基地局が対象の場合を除くことで、この誤動作を防止するこ

とができる。例えば、ステップS187、S188のように、基準セクタおよび比較セクタがSync基地局に属さない場合を選択するとよい。

【0080】このように、第5の実施の形態の誤検出推定方法が適用される位置算出方法は、複数のセクタを有する基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号を受信する無線端末の位置を算出する位置算出方法であって、各セクタから到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果により、すなわち、前記無線端末からの各セクタの方位を計算し、前記セクタの方位を基準として所定の角度内に存在するセクタを選出し、近い方向にあると選出された第1のセクタと前記無線端末と間の距離と、第2のセクタと前記無線端末と間の距離との差を予め定めた閾値と比較した結果(第1のセクタから到来する信号の遅延時間と、第2のセクタから到来する信号の遅延時間との差を所定の閾値と比較した結果)により、該セクタの計測結果を誤計測と推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた計測結果から前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する第3の手順とからなるので、マルチパスによる遅延波、受信機の雑音、近接基地局による相互干渉等による影響に基づく誤ったパス検出結果を取り除くことができ、測距精度が向上し、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0081】また、端末の最近傍と推定される基地局の情報を除外して、誤検出を推定するので、基地局が近いために生じる誤動作を避けることができる。

【0082】また、第5の実施の形態の無線端末の誤計測推定手段は、前記無線端末からの各セクタの方位を計算し、前記セクタの方位を基準として所定の角度内に存在するセクタを選出し、近い方向にあると選出された第1のセクタと前記無線端末と間の距離と、第2のセクタと前記無線端末と間の距離との差を予め定めた閾値と比較した結果(第1のセクタから到来する信号の遅延時間と、第2のセクタから到来する信号の遅延時間との差を所定の閾値と比較した結果)により、セクタの計測結果を誤計測と推定するので、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0083】図11は、第6の実施の形態の誤検出推定方法を示すフローチャートである。

【0084】第6の実施の形態の誤検出推定方法は、特定基地局の計測結果を外して位置および尤度の計算を行い、尤度を昇順に並べ替えて最高尤度値とこれ以外の尤度値に対する比と、所定の閾値とを比較するものであり、第1~第5の誤検出推定方法(図5、図7、図8、図9、図10)と同様に、第1の実施の形態の位置算出方法(図4)におけるステップS102から呼び出されるサブルーチンである。

【0085】第6の実施の形態で計算される尤度は、推

定位置の確からしさを数値で表したものである、測距誤差がガウス分布に従い分布すると仮定し、基地局 i の測距誤差の標準偏差を σ とすると、尤度は、

【0086】

【数1】

$$L = \prod_i \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_i \Delta x_i^2\right)$$

【0087】のように計算することができる。この数式1は確率を表している。

【0088】また、尤度を測距誤差を用いて

【0089】

【数2】

$$L = -\sum_i \Delta x_i^2$$

【0090】のように計算することもできる。この数式2は測距誤差の二乗和の符号を反転させたものを表している。

【0091】本実施の形態の誤検出推定処理より前に実

(最大尤度値) / (最大から n 番目の尤度値) > 閾値

【0095】ここで、 n は最大尤度値以外のある尤度値を示す符号 (インデックス) である。

【0096】次に、最大尤度値と最大から n 番目の尤度値との比が予め定めた閾値より大きい場合 (最大尤度値が最大尤度以外の尤度値に比べて大きい場合) には (S205で "Yes")、該最大尤度値を与える試行セクタの重みを "0" とする。そして、有効基地局数から1を減算する (S206)。これによって、特定の試行セクタの情報を外して最大尤度値が得られる。

【0097】一方、最大尤度値と最大から n 番目の尤度値との比が予め定めた閾値以下の場合には (S205で "No")、この処理を終了する。

【0098】第6の実施の形態では、最大尤度値と最大から n 番目の尤度値との比を所定の閾値と比較したが、最大尤度値と最大尤度以外の尤度の平均値との比を所定の閾値と比較してもよい。この尤度は数式1により計算されたものでも、数式2により計算されたものでもよい。

【0099】図12は、第6の実施の形態 (図11) のステップS202における、試行セクタの尤度を算出する方法を示すフローチャートである。

【0100】まず、各試行セクタに関する尤度を算出するために、試行セクタカウンタを "0" に設定して、試行セクタを初期化する (S211)。そして、 j 番目の試行セクタの重みをメモリに待避させ、 j 番目の試行セクタの重みを "0" に設定する (S212)。そして、 j 番目の試行セクタの尤度 $L(j)$ を計算して、メモリに記憶する (S213)、その後、待避させた、 j 番目

行された誤検出推定処理によって誤検出と推定されたセクタの重みが "0" になっている場合に、重みが "0" でないセクタを有する基地局数を有効基地局数とする。そして、有効基地局数が予め定めた閾値BSNより大きい場合に (S201で "Yes")、第6の実施の形態の誤検出推定処理が行われる。一方、有効基地局数が予め定めた閾値BSN以下の場合に (S201で "No")、第6の実施の形態の誤検出推定処理は行われない。

【0092】第6の実施の形態の誤検出推定処理が実行できる場合には、この誤検出推定処理を実行するための尤度テーブルを初期化する (S202)。そして、試行セクタを更新しながら全ての試行セクタについて尤度を計算して、記憶手段に記憶する (S203)。そして、計算された尤度 $L(j)$ を昇順に並び替える (S204)。

【0093】そして、最大尤度値と最大から n 番目の尤度値との比を計算して、この尤度値の比と予め定めた閾値とを、数式3を用いて比較する (S205)。

【0094】

【数3】

の試行セクタの重みをメモリから読み出して、復帰する (S214)。

【0101】その後、次の試行セクタの尤度を計算するために、試行セクタカウンタを更新する (S215)。そして、試行セクタカウンタの値と受信数 (受信した試行セクタの全数である、試行セクタの最大値) とを比較し、試行セクタカウンタが受信数未満であれば、試行セクタについての尤度の計算が終了していないと判定し (S216で "Yes")、ステップS212に戻り、次の比較セクタについて尤度を計算する (S212~S214)。

【0102】一方、試行セクタカウンタが受信数以上であれば、試行セクタについての尤度の計算が終了したと判定し (S216で "No")、この処理を終了する。

【0103】このように、第6の実施の形態の誤検出推定方法が適用される位置算出方法は、複数のセクタを有する基地局から到来する信号の伝搬遅延時間を用いて、該信号を受信する無線端末の位置を算出する位置算出方法であって、各セクタから到来する信号の受信タイミングを計測する第1の手順と、前記第1の手順により求めた受信タイミングの計測結果により、すなわち、特定のセクタの計測結果を除外して無線端末の位置と尤度とを計算し、前記尤度の計算値のうち最大値を選択し、選択された前記最大尤度値と他の尤度値とを比較した結果により (最大尤度値が最大尤度以外の尤度値に比べてある判定基準により大きいと判定されたときに)、最大尤度値を与える前記特定のセクタの計測結果を誤計測と推定する第2の手順と、前記第1の手順により求めた計測

結果から前記第2の手順で誤計測と推定された計測結果を除いて無線端末の位置を算出する第3の手順とからなるので、マルチパスによる遅延波、受信機の雑音、近接セクタによる相互干渉等による影響に基づく誤ったパス検出結果を取り除くことができ、測距精度が向上し、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0104】また、第6の実施の形態の無線端末の誤計測推定手段は、特定のセクタの計測結果を除外して無線端末の位置と尤度とを計算し、前記尤度の計算値のうち最大値を選択し、選択された前記最大尤度値と他の尤度値とを比較した結果により（最大尤度値が最大尤度値以外の尤度値に比べてある判定基準により大きいと判定された）、最大尤度値を与える前記特定のセクタの計測結果を誤計測と推定するので、無線端末の測位精度を向上することができる。

【0105】図13は、本発明の実施の形態の別の位置算出方法を示すフローチャートである。

【0106】まず、信号処理部4は、基地局から送信される信号の受信タイミング（伝搬遅延時間）を計測して、RAM7に記録する（S211）。そして、ステップS211で求めた伝搬遅延時間を用いて無線端末の仮の位置を計算する（S222）。そして、CPU6は、RAM7に記録された計測結果から、ステップS211で求めた無線端末の仮の位置を用いて、誤検出された計測結果を推定する（S223）。さらに、誤検出と判断したものを除いた伝搬遅延時間を用いて再度無線端末の位置を算出する（S224）。

【0107】このように、図13に示す位置算出方法では、受信タイミングの誤検出を推定する前に位置計算を行うので、仮の無線端末位置を用いて誤検出の推定をする誤検出推定方法（例えば、図10に示す第5の実施の形態）に適する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の無線端末のブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態の測位システムの構成図である。

【図3】 本発明の実施の形態における遅延プロファイルを示す図である。

【図4】 本発明の実施の形態の位置算出方法のフローチャートである。

【図5】 第1の実施の形態の誤検出推定方法のフローチャートである。

【図6】 第1の実施の形態のSN比の計算方法のフローチャートである。

【図7】 第2の実施の形態の誤検出推定方法のフローチャートである。

【図8】 第3の実施の形態の誤検出推定方法のフローチャートである。

【図9】 第4の実施の形態の誤検出推定方法のフローチャートである。

【図10】 第5の実施の形態の誤検出推定方法のフローチャートである。

【図11】 第6の実施の形態の誤検出推定方法のフローチャートである。

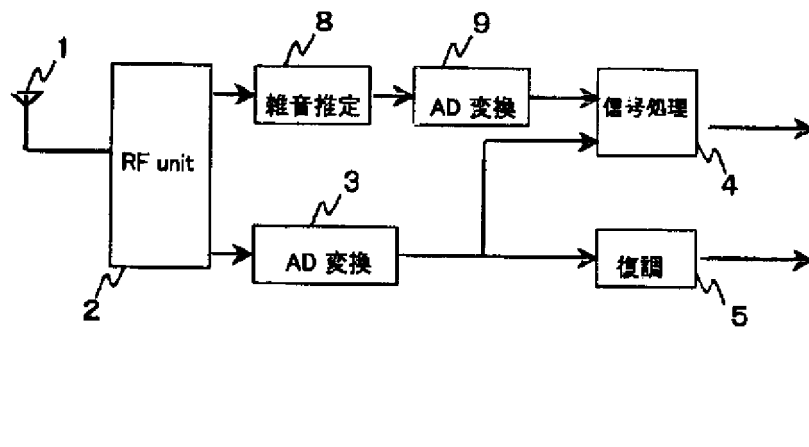
【図12】 第6の実施の形態の尤度の算出方法のフローチャートである。

【図13】 本発明の実施の形態の別の位置算出方法を示すフローチャートである。

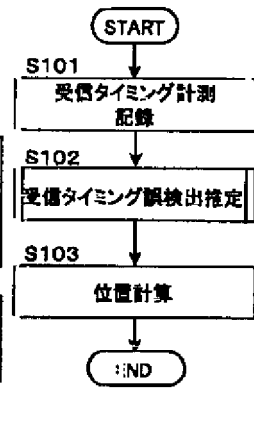
【符号の説明】

- 1 アンテナ
- 2 RFユニット（無線部）
- 3 A/D変換器
- 4 信号処理部
- 5 復調部
- 6 CPU
- 7 RAM
- 8 雑音測定部
- 9 A/D変換器
- 20 GPS衛星
- 21、22、23 基地局
- 24 端末
- 25、26、27

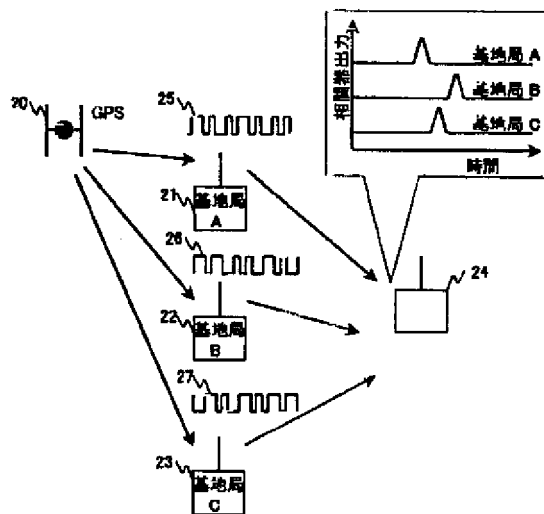
【図1】



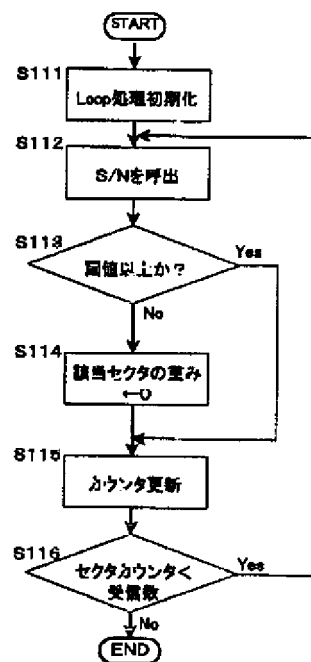
【図4】



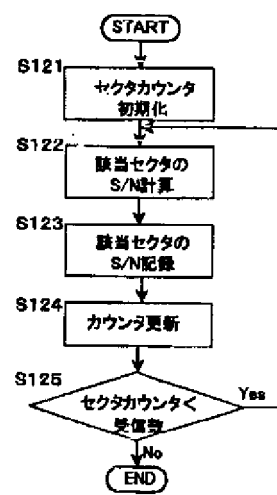
【図2】



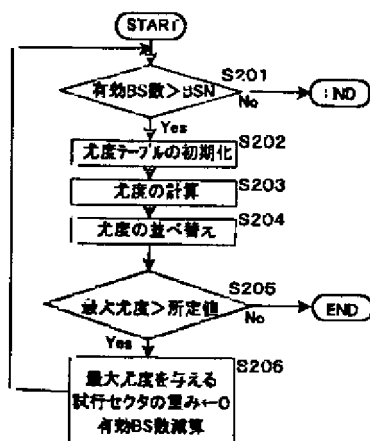
【図5】



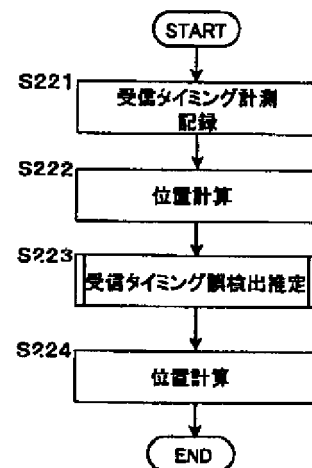
【図6】



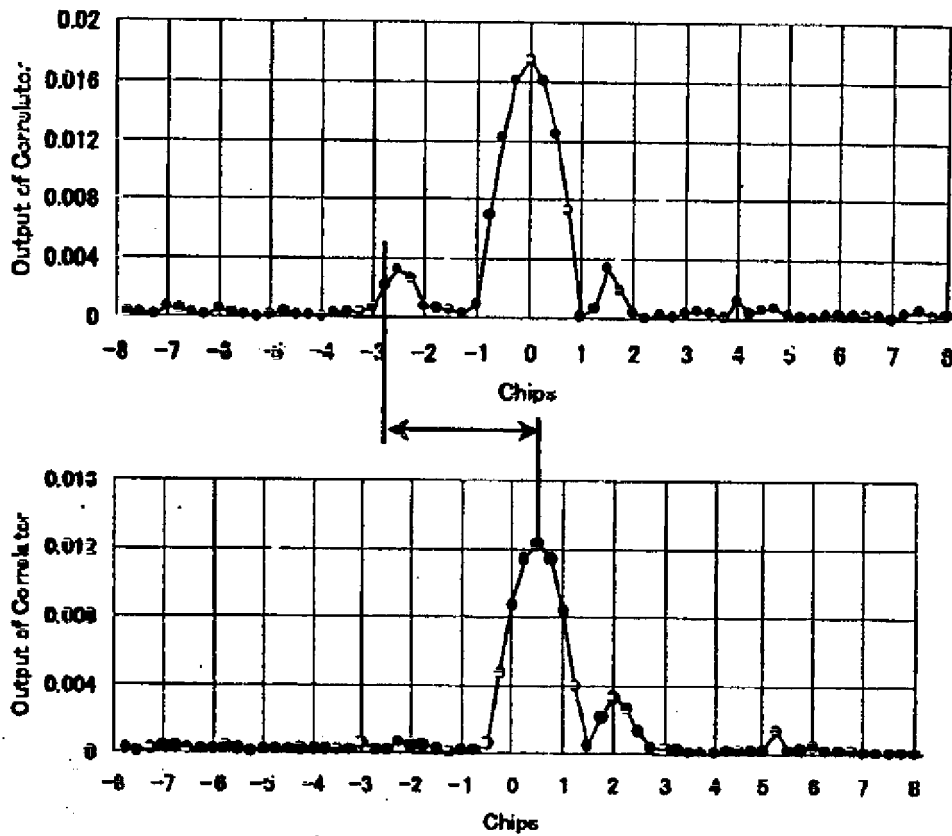
【図11】



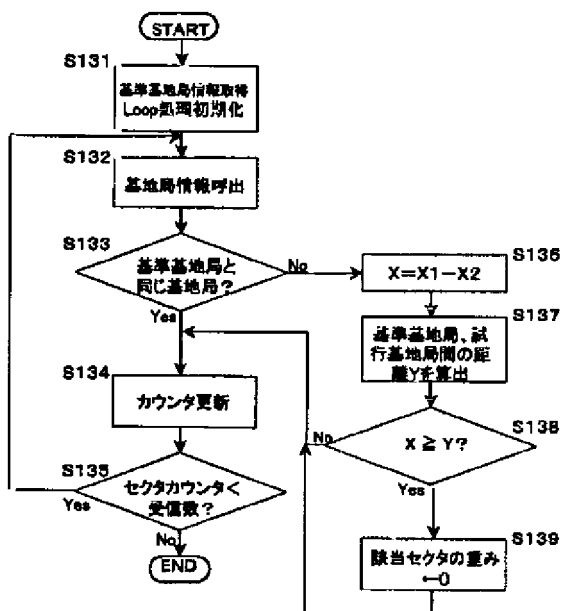
【図13】



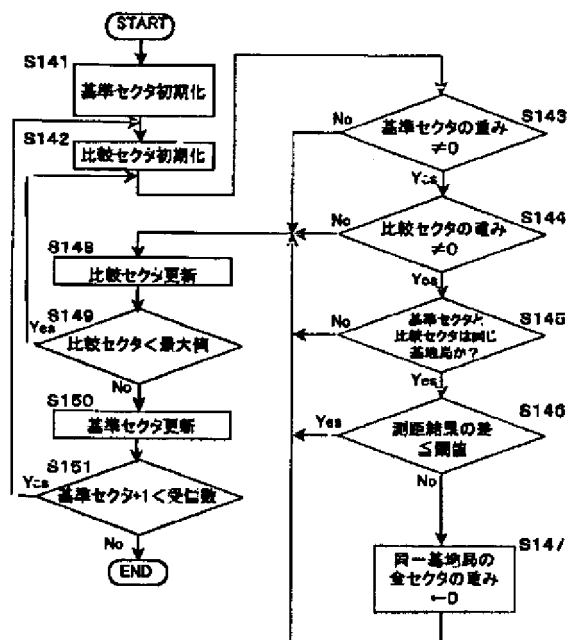
【図3】



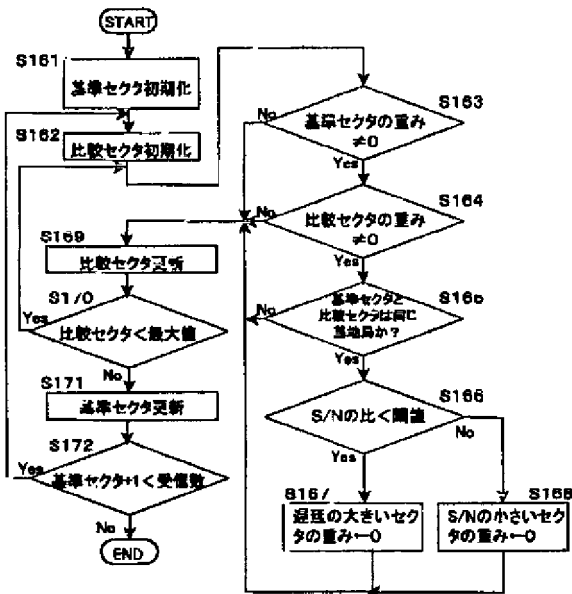
【図7】



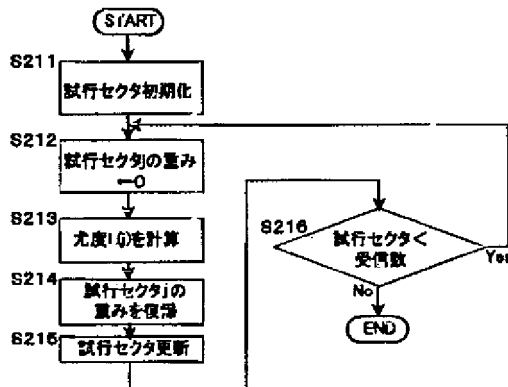
【図8】



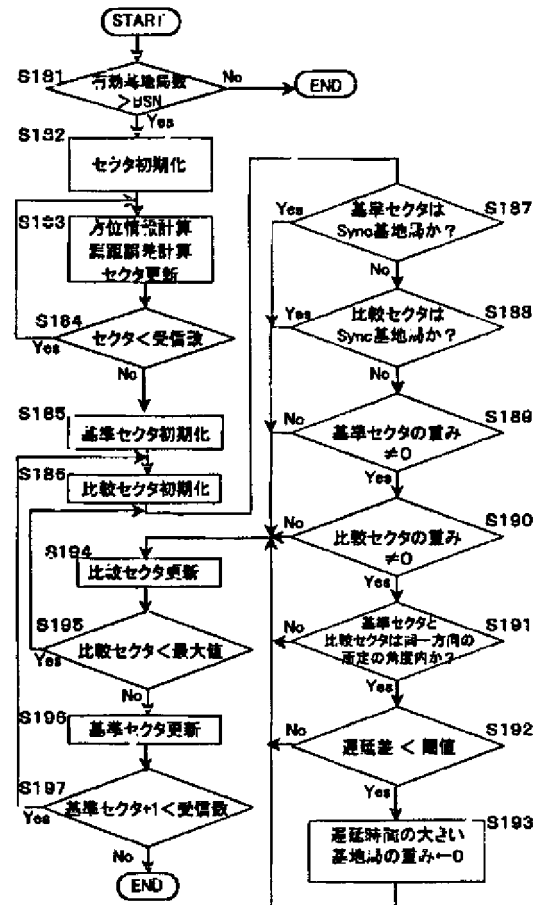
【図9】



【図12】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 恒原 克彦
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 藤嶋 堅三郎
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5K022 EE01 EE31

5K067 AA34 BB04 CC10 DD45 EE02

EE10 EE24 FF03 HH22 KK13

KK15